

G4－02

児童の観察，実験を行う力を育てる 学習指導の在り方

平成 17 年 2 月

岡山県教育センター

まえがき

現在、学校教育においては、子どもたちに、基礎的、基本的な内容を確実に身に付けさせ、それを基に自分で課題を見付け、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する資質や能力、豊かな人間性、健康や体力などの「生きる力」を育成することがますます重要になってきています。このような教育改革を推進するに当たって、学校教育の質的な転換が求められており、そのためには、具体的な指導方法や指導体制等の工夫改善についての研究・実践を深めるとともに、教員の資質・指導力の向上を図ることが重要課題となっています。

そこで、岡山県教育センターでは、教育に関する専門的、技術的事項の調査研究、教育関係職員の研修、教育相談、教育情報の収集・蓄積・発信等の諸事業を通して、学校教育の支援を行っています。特に、調査研究においては、国の教育改革の動向と本県の実情を踏まえ、幾つかの研究主題を設定して共同研究・個人研究を行い、その成果の提供と普及に努めています。

平成13年度小中学校教育課程実施状況調査によると、「疑問を解決したり予想をたしかめたりする力がつくよう、理科を勉強したい。」という設問に対して肯定的な回答をしたのは、小学校第5学年の児童の約61%、第6学年の児童の約56%にとどまっています。小学校理科では、問題解決の能力を育成することに重点を置いた指導が求められています。「疑問を解決したり予想をたしかめたりする力がつくよう、理科を勉強したい。」と児童が思えるような授業にしていくなめには、児童の主体的な観察、実験を重視した具体的な授業の工夫・改善を行う必要があります。

本研究では、まず、児童が主体的に観察、実験を行うために必要な条件を、これまで受け継がれてきた理科の学習指導に対する考え方を基に整理しています。その上で、児童が観察、実験に対して主体的に取り組める状況をどうつくるかという観点から、活動の中での児童の意識や考えを調査したり教材や活動のさせ方を工夫したりして、児童の観察、実験を行う力を育てる学習指導の在り方について幾つかの提案を行っています。また、理科の学習指導を行う上で参考にさせていただけるように各学年の具体的な事例も紹介しています。

御高覧の上、御意見、御批判をいただくとともに、学習指導要領の趣旨に沿う教育実践のための資料として御活用いただければ幸いです。

終わりにになりましたが、この研究を進めるに当たり、御協力をいただきました協力委員の先生方並びに関係各位に厚くお礼申し上げます。

平成17年2月

岡山県教育センター所長

浮 田 信 明

目 次

研究の要旨	1
I はじめに	2
II 研究の目的	3
III 研究の内容	3
1 小学校理科における観察、実験の特徴	3
(1) 観察、実験を行うための動因	3
(2) 児童の疑問と問題	4
(3) 児童の発達特性による活動の違い	4
2 児童の観察、実験を行う力	4
(1) 解決への構想を持つ	5
(2) 解決のための方法を工夫する	5
(3) 事象、道具や器具を操作して方法を実行する	5
3 観察、実験の指導改善へのヒント	6
(1) 解決への構想を持つ	6
(2) 解決のための方法を工夫する	9
(3) 事象、道具や器具を操作して方法を実行する	11
4 児童の観察、実験を行う力を育てる工夫	13
(1) 第4学年「物の温まり方」	13
(2) 第3学年「光を当てよう」	17
IV おわりに	20

児童の観察, 実験を行う力を育てる 学習指導の在り方

研究の目的

主体的に観察, 実験を行うために必要な条件を整理し, 児童が観察, 実験に対して主体的に取り組める状況をどうつくるかという観点から, 活動中での児童の意識や考えを調査したり教材や活動のさせ方を工夫したりして, 児童の観察, 実験を行う力を育てる学習指導の在り方を探る。

研究の内容

自然の事物・現象

活動の様子や考え方の把握

興味・関心

教材や活動のさせ方の工夫

疑問や問題

第5学年 流水の働き
おもりの働き
第6学年 水溶液の性質

第3学年 光の性質
第4学年 物の温まり方

予想や仮説
構想

方法の工夫
方法の実行

・ 解決への構想を持つための経験や解決への手掛かりとなる事実

・ 必要な経験や事実を積み上げていくための活動の工夫

・ 思考を組み立てていけるような適切な方法

・ 思考が具現できる事象, 方法の工夫

・ 追究を可能とする事象, 道具, 器具

・ 児童の状況を踏まえた事象, 道具等の工夫

児童の主体的な観察, 実験

研究の概要

児童が観察、実験に対して主体的に取り組める状況をどうつくるかという観点から、必要な条件を整理したり教材や活動のさせ方を工夫したりして授業を実施した。その中で、問題を解決していくために必要な経験や手掛かりとなる事実を獲得していけるよう活動を構成したり、事象や道具を工夫したりすることで、児童が解決への構想を持ち、方法を工夫して観察、実験を行うという主体的な活動が支援できることが明らかになった。

キーワード 理科、観察、実験を行う力、疑問や問題、問題解決、学習指導

I はじめに

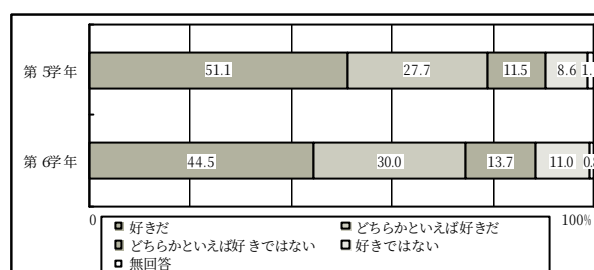
「理科の勉強で、観察や実験をすることは好きですか。」平成13年度小中学校教育課程実施状況調査によると、この設問に対して小学校第5学年の児童の約79%、第6学年の児童の約75%が肯定的な回答をしている（図1の1）。ところが、「理科を勉強すれば、私は、疑問を解決したり予想をたしかめたりする力がつく。」という設問に対して肯定的な回答をした児童は、第5学年で約65%、第6学年で約60%にとどまっている（図1の2）。

平成10年に告示された小学校学習指導要領（以下「学習指導要領」という。）理科では、「見通しをもって観察、実験、栽培、飼育を行うなど、児童の自然の事物・現象への意図的な働き掛け」を重視した改善が図られた。「見通しをもって」という部分は、観察、実験が児童の主体的な問題解決の活動として行われる必要があることを示している。

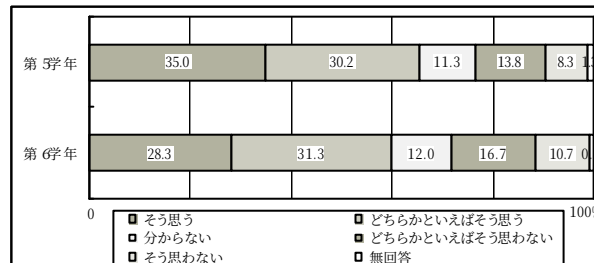
理科の学習の中で、観察、実験が「疑問を解決したり予想をたしかめたりする」という目的で行われなければ、「疑問を解決したり予想をたしかめたりする力がつく。」という期待を児童が抱くことは難しい。期待を抱くことができなければ、「疑問を解決したり予想をたしかめたりする力がつくよう、理科を勉強したい。」と思う児童は（図1の3）、減少していくことになる。

児童が「疑問を解決したり予想をたしかめたりする力がつくよう、理科を勉強したい。」と思う理科の学習にしていくためには、学習の主体である児童の側から観察、実験を行う意味や必要性を十分に検討し、どうすれば児童の観察、実験を行う力を育てることができるのかを意識しながら学習指導を行う必要がある。

1 「理科の勉強で、観察や実験をすることは好きですか。」に対する児童の回答割合



2 「理科を勉強すれば、私は、疑問を解決したり予想をたしかめたりする力がつく。」に対する児童の回答割合



3 「疑問を解決したり予想をたしかめたりする力がつくよう、理科を勉強したい。」に対する児童の回答割合



平成13年度教育課程実施状況調査(小学校・中学校)
質問紙調査集計結果(その5)ー理科ーより

図1 観察、実験に対する児童の意識

Ⅱ 研究の目的

児童が主体的に観察、実験を行うために必要な条件を整理し、観察、実験に対して主体的になれる状況をどうつくるかという視点から、児童の活動の中での意識や考えを調査したり、教材や活動のさせ方を工夫して授業を実施したりして、児童の観察、実験を行う力を育てる学習指導の在り方を探る。

Ⅲ 研究の内容

1 小学校理科における観察、実験の特徴

学習指導要領において、理科の目標は、次のように示されている。

自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。

つまり、小学校理科で行われる観察、実験は、「問題解決の能力」や「自然を愛する心情」を育成し、「自然の事物・現象についての理解」を図り、「科学的な見方や考え方」を養うというねらいを実現するものでなければならない。

目標の中の「自然に親しみ」と「見通しをもって観察、実験などを行い」という部分は、理科の学習が成立する場や理科の学習活動、方法について述べられたものである。

「自然に親しみ」とは、ただ単に自然に慣れ親しむということだけではなく、児童が具体的な自然の事物・現象に直接かかわることによって、問題を見だしそれを追究していくようになることを含意している。また、「見通しをもって観察、実験などを行い」とは、児童が無目的に観察、実験などを行うのではなく、問題に対して予想や仮説、構想を持ち、方法を工夫し、主体的に観察、実験、栽培、飼育、製作などの活動を行うことを意味している。

そこで、まず、児童の観察、実験を行う力を育てる学習指導について述べる前に、その前提として、小学校理科で行われる観察、実験の学習活動、方法としての特徴を明確にしておく。

(1) 観察、実験を行うための動因

児童が観察、実験を行うには、その動因として児童の側に観察、実験を行う目的や問題意識が成立している必要がある。また、問題に対する予想や仮説、構想などの「見通し」が必要である。

平成11年5月に刊行された「小学校学習指導要領解説理科編」(文部省)の12ページには、次のような考え方が示されている。

- ・ 理科の観察、実験などの活動は、児童が自ら目的、問題意識をもって意図的に自然の事物・現象に問いかけていく活動である。
- ・ 児童が工夫する観察、実験などの方法は、予想などを自然の事物・現象で検討するための手段・方法であり、理科に特有の検討の形式である。

理科の学習は、自然の事物・現象に接した児童が、事象に興味・関心を持ち、それらにかかわる中で矛盾や疑問を感じたり問題を持ったりすることによって始まる。この疑問や問題を解決するために必要な情報を得ることを目的として自然の事物・現象に直接働き掛ける活動が観察、実験と呼ばれている。

ここで、注意しなければならないことは、疑問や問題は第三者から与えられるものではなく、自然の事物・現象に直接かかわることによって見いだされるものであるということである。そのため、児童が自然の事物・現象への興味・関心を持つことができるような事象との出会いや、興味・関心を持って事象にかかわる場を保障することが重要になってくる。

また、児童が疑問や問題を持ったとしても、観察、実験がすぐに行われるわけではない。疑問や問題に対する自分なりの予想や仮説、構想を持たなければ、未知なものの解決への興味・関心は高まらない。さらに、検証のための具体的な方法や手段、解決の可能性がある程度見えてこなければ、行動を起こすことは難しい。児童の生活や学習経験とのつながりや、児童が既に持っている見方や考え方を把握し、自然の事物・現象にかかわりながら疑問や問題を解決していくための「見通し」を持てるように、必要に応じて情報を提供できるようにしておくことが大切である。

(2) 児童の疑問と問題

児童が行う観察、実験は、疑問や問題を解決するための目的的活動であることは述べた。しかし、児童が自然の事物・現象に対して「どうしてだろうか」とか、「不思議だな」と感じるにしても、その感じ方は下学年と上学年で同じではない。

昭和33年に告示された学習指導要領の理科では、各学年の目標において、下学年では「疑問」、上学年では「問題」というように使い分けられていた。下学年、上学年という分け方は、小学校の全学年で理科の学習が行われていたためである。

下学年の児童の「どうしてだろうか」「不思議だな」という心情は、上学年の児童のそれよりも一層断片的で瞬間的であり、これを解決しようという意欲も強くない。それに対して、上学年の児童になると、納得のできないような事柄に出会うと、これを解決しようとする意欲が強くなり、見通しを立てて解決しようとするようになる。

理科では、このような違いに応じて指導を行う必要があるという意味で、便宜上、「疑問」と「問題」が使い分けられていたのである。以後、文部省から出された「小学校指導書理科編」や「小学校学習指導要領解説理科編」の中で、「疑問や問題」と表現されていることが多いのは、このような経緯があるためと考えられる。

学習の初期の段階で、「面白そうだ」「やってみよう」という自然の事物・現象やそれらにかかわることへの興味・関心を持った児童が、「どうしてだろうか」「不思議だな」という疑問や問題を見いだしたとしても、発達特性によって、疑問や問題を解決することに意欲を持つ場合もあれば、「もっとやってみよう」とか、「違うものでもやってみよう」など、自然の事物・現象にかかわることへの欲求は強まるが、解決することへの意欲には直接つながらない場合もある。

(3) 児童の発達特性による活動の違い

疑問や問題の感じ方が学年が進むにつれて違うように、児童の活動の傾向も児童の発達特性による違いがある。このことは、昭和53年に刊行された小学校指導書理科編（文部省）で触れられており、それを基にすると次のようになる。

低学年の活動は、自然の事物や他の児童の行動を模倣することから始まり、その過程は試行錯誤的であるが、繰り返し活動を工夫したり、試みた

りする。中学年になると、活動が活発になり、その範囲が広がり、自然の事物・現象に対する働き掛けは一層積極的になってくる。また、好奇心や探究心も旺盛になり、事象に様々な働き掛けを行い、自然に対する疑問も多く見いだすようになってくる。さらに、自然への取り組みも計画的、継続的に行い、集中して思考できるようになってくる。高学年では、自然の事物・現象についての経験も豊富になる。また、事実を基にして、直接観察できないものを推論したり、事象に与える条件を変えた場合の変化について予想したり、観察、実験の結果を論理的に整理してまとめたりすることができるようになる。

このような児童の発達特性による活動の違いを念頭に置き、各学年における児童の学習活動、方法を想定して、指導計画を立てたり指導方法を工夫したりする必要がある。「見通しをもって観察、実験を行う」といっても、全学年の児童が同じように観察、実験を行えるわけではない。現在、理科は中学年から始まるが、ここに述べた低学年の児童の活動の傾向は、中学年の初期の段階における活動の傾向として参考にすることができる。

2 児童の観察、実験を行う力

児童の観察、実験を行う力を育てる学習指導の在り方は、観察、実験を行う力をどう考えるかによって異なってくる。

先に述べたように、自然の事物・現象について興味・関心を持ったり、疑問や問題を見いだしたりすることは、児童が主体的に観察、実験を行うためにはなくてはならないものである。また、自然の事物・現象の性質や規則性などにつながるような疑問や問題を児童が見いださなければ、理科のねらいを実現するような活動にはならない。したがって、広い意味で考えれば、これらも児童の観察、実験を行う力としてとらえることができる。

また、学習指導要領の各学年の目標には、次のような調べ方が示されている。

- | | |
|------|----------------|
| 第3学年 | 比較しながら調べる。 |
| 第4学年 | 要因を関係付けながら調べる。 |
| 第5学年 | 条件に目を向けながら調べる。 |
| 第6学年 | 多面的な視点から調べる。 |

これらは、「比較」の能力、「要因抽出」の能力、「条件制御」の能力、「多面的な追究」の能力といった問題解決の能力の育成の視点から、各学年の学習の過程において、重点的に育成しておきたい資質や能力として示されている。

第3学年では、自然の事物・現象を差異点や共通点という視点から比較する。第4学年では、自然の事物・現象の変化に着目し、変化とそれにかかわる要因を関係付けながら調べる。第5学年では、自然の事物・現象をそれにかかわる条件に目を向けたり、量的変化や時間的变化に着目したりして調べる。第6学年では、多面的な視点から観察、実験などを行い、結論を導く。これらの資質や能力は、その学年だけで育成されるものではなく、前学年までの資質や能力に加えてという意味で示されている。

観察、実験をどのように行うかという点では、これらも観察、実験を行う力としてとらえることができるが、本研究では、児童が具体的に観察、実験を進めていくために必要な「見通し」を持つことに焦点を当て、児童の観察、実験を行う力を次の(1)～(3)の三つの視点から考えることにする。

(1) 解決への構想を持つ

疑問や問題を見いだした児童は、生活経験や学習経験、事象にかかわって得られた事実を基に、「どうしてだろうか」「不思議だな」に対する自分なりの予想や仮説を持つ。さらに、予想や仮説を確かめたいという知的な欲求を満たそうとして、予想や仮説を検証するために必要な事実や現象は何かを考え、それらを得るためにはどうすればよいかという構想を描く。

児童が主体的に観察、実験を行うためには、この構想を持つことが重要である。しっかりした構想を持つことで、観察、実験の目的が一層明確になり、児童は事象に対して意図的に働き掛けることが可能になる。

(2) 解決のための方法を工夫する

解決への構想を持つと、その構想を実現するための方法が必要である。生活や学習の中で既に経験している方法が使える場合は、その方法を当てはめて考える。複数の方法が存在する場合は、最適な方法を選択する。これまでに経験した方法がそのままでは使えない場合は、方法を組み合わせたり改善したりする。現象を再現したり、変化さ

せたりして解決への手掛かりを意図的に得るためには、その方法によってどのような事実や現象が得られるかを想定することが重要である。しっかりした想定ができると、事象、使用する道具や器具、それらの操作の仕方を具体化していくことが可能になる。

(3) 事象、道具や器具を操作して方法を実行する

中学年では、対象とする事象を直接操作することが多いが、高学年になると観察、実験のための道具や器具を扱うことも多い。前出の「小学校学習指導要領解説理科編」の第3章「各学年の目標と内容」において、観察、実験に使用する道具や器具とその操作について具体的に述べられている。その例の一部を表1に示す。

表1 使用する道具や器具とその扱い方

- 例えば、虫眼鏡などの使用が考えられる。
(第3学年「昆虫の体のつくり」)
- 温度計の扱い方に関する技能を習得できるようにする。
(第3学年「日なたと日かげ」)
- 方位磁針を用いて方位を調べ、東、西、南、北をとらえるようにする。
(第3学年「日なたと日かげ」)
- 火を使って実験したり、熱した湯の様子を観察したりするなどの危険を伴うので、器具の点検や取扱い上の注意など、安全への配慮をすることが必要である。
(第4学年「物の温度と体積変化」)
- 例えば、顕微鏡を用いた観察活動が考えられる。
(第5学年「花のつくりと結実」)
- 例えば、液量計やはかり、ろ過器具、加熱器具、温度計などを使うことが考えられるので、それらの適切な操作や安全な扱い方を児童が習得できるようにする。
(第5学年「物の溶け方」)
- 気温の適切な測り方を習得できるようにするとともに、例えば、百葉箱の中に設置した記録温度計などを利用することも考えられる。
(第5学年「天気と気温」)
- 例えば、希塩酸、水酸化ナトリウム水溶液などが考えられる。これらの水溶液の使用に当たっては、その危険性や扱い方について十分指導するようにする。
(第6学年「水溶液の性質」)

「 」は、一般的な単元名

道具や器具に関しては、児童にそれらを「正しく扱う」ことを求めた注意や指示が行われることがある。「正しく」とは、安全に気を付けて、目的に合わせて、道具や器具の機能や特性が十分に発揮されるようになどの意味で使われていると思われるが、道具や器具を壊さないようにという意味が含まれている場合もある。道具や器具の場合は、その機能や特性を理解することが重要である。それらを理解することで、その後の学習において目的に合わせて自分で選択したり使用したりすることが可能になる。

また、実際に観察、実験を行っていく中で、得られた事実や現象が解決に必要なそれらとは異なる場合は、方法を変更することも考えなくてはならない。

3 観察、実験の指導改善へのヒント

では、三つの視点から考える児童の観察、実験を行う力を育てるためには、どのような指導を行えばよいのだろうか。そのヒントを得るために、観察、実験を行う児童の活動の様子や意識、考えの実態を、実際の授業を通して探ってみる。

(1) 解決への構想を持つ

児童が疑問や問題を解決するための予想、仮説、構想を持つためには、これまでの生活経験や学習経験、事象にかかわって得られた事実が必要である。それらが十分でないのに、予想、仮説、構想を強要すると、追究への興味・関心の低下を招き、結果的に理科が嫌いになってしまう場合もある。

また、対象となる自然の事物・現象によっては、生活経験や学習経験が十分にあるとは限らない。さらに、事象から事実を得ようにも、そのままでは事象に十分かわることが難しいものもある。

第5学年の「流れる水のはたらき」では、地面を流れる水や川の様子を観察し、流れる水の速さや量による働きの違いを調べるための観察、実験を行う。しかし、実際の川での観察、実験が容易にできる環境にない場合の方が多く、結論を前提としたモデル実験になることも多い。

表2に示す単元展開において、児童がモデル実験を行う過程での、児童の活動の様子や意識、考えの実態を調査した。本実践では、写真や動画で洪水のときの川の様子や洪水によって起きる災害の様子を見て抱いた疑問や問題をみんなで話し合

い、それらを「土や石や物を流す（運ぶ）働き」「物を壊したり、倒したり、土や石を削ったりする働き」「流された物を積もらせる働き」という三つに整理した上で、川の水にはそのような働きがあるのか、どれくらいの働きがあるかを調べるために、校庭の土山を使ってモデル実験を行った。

このような授業の場合、疑問や問題を整理した段階で予想や仮説を立てて解決への構想を練り、一度のモデル実験で結論を導き出すという活動が構成されている場合が多い。ここでは、モデル実験を二段階に分け、児童の自由な発想で一度モデル実験を行わせ、そこで得た事実を基に、構想を練り直し、もう一度モデル実験を行わせるようにした。

自由な発想でモデル実験を行う一つ目の段階【調査1】では、児童は土山に川を作って水を流してみれば、三つの働きについて調べることができると考えている。児童の活動の様子や考えについて、A児のグループを例に詳しく述べる。

A児のグループは、モデル実験の具体的な方法として「地面に指で川みたいな溝を掘り、水を流してみよう」と考えた(図2)。

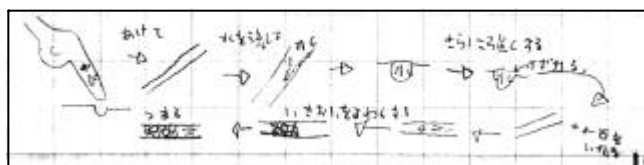


図2 【調査1】での児童の意識や考え

写真や動画によって、川を流れる水の様子を見ている、実際の川でその様子を直接観察することはできない。そのため、この時点の児童にとって、水の流れる速さや量をイメージすることは容易でなく、それらと流れる水の働きを関係付けてモデル実験を行うことは難しいことが分かる。土山を作って、ホースから出る水の勢いによって土が削られたり運ばれたりすることを確かめればよいと考えている。この段階の児童に対して、結論が得られることを前提として、水が流れることによってどのような現象が起きるかを予想したり、流れる水の速さや量に着目したモデルを考えたりすることを求めることはできない。傾斜や水の量、流れる向きなどを意識的に変えて水の流れを作り、水の流れによってどのような変化が起きるかを調

表2 第5学年「流れる水のはたらき」の単元展開（全14時間）

次時	学 習 活 動	教 師 の 支 援 等			
一	1 2 ○洪水の写真を見て話し合う。 ○教科書の写真を見て話し合う。 ○被害の様子から分かることや被害が起きる原因を考え、ノートに書く。	・水の力の大きさや大地の変化のダイナミックさを感じ取らせるために、液晶プロジェクタを使って写真を提示する。 ・台風10号（2003年8月）での水害の写真やニュース映像を提示し、現実感を持って考えることができるようにする。 ・洪水による被害の様子とその原因を考えさせることで、流れる水の力の大きさと周囲の土地の様子の変化に気付きやすくする。			
	<table><tr><th>被害の様子</th><th>原因</th></tr><tr><td>・周りを削っている。 ・建物を壊している。 ・物を流している。 ・泥水が流れている。 ・田んぼが水浸しになっている。</td><td>・水の量が増え、流れも速い。 〃 〃 ・あちこちの泥や土が含まれている。 ・堤防が水の力で壊された。</td></tr></table> ○流れる水にはどんな働きがあるか話し合う。	被害の様子	原因	・周りを削っている。 ・建物を壊している。 ・物を流している。 ・泥水が流れている。 ・田んぼが水浸しになっている。	・水の量が増え、流れも速い。 〃 〃 ・あちこちの泥や土が含まれている。 ・堤防が水の力で壊された。
被害の様子	原因				
・周りを削っている。 ・建物を壊している。 ・物を流している。 ・泥水が流れている。 ・田んぼが水浸しになっている。	・水の量が増え、流れも速い。 〃 〃 ・あちこちの泥や土が含まれている。 ・堤防が水の力で壊された。				
二	1 2 ○流れる水の働きを確かめる方法を考える。	・児童が思い付かない場合は、流れる水の力を調べるために校庭に斜面を作ってモデル実験をすることを提案する。			
	流れる水には、どんなはたらきがあるかモデル実験で調べよう。 ○グループごとに自由なコースを作って実験する。【調査1】 ○気付いたことについて話し合う。	・実験をする場所、道具(水道・ホース等)、土などについて指示する。 ・流れる水の速さ(斜面)や量、削れる場所や量などの観点で児童の発言をまとめていく。			
	3 ○グループごとに、調べたいことが分かりやすいコースを作って実験する。【調査2】 ・水の量 ・流水の速さ(斜面) ・カーブの角度 ・水の力	・条件を変えながら調べていくように助言する。 ・デジタルカメラでも結果を記録するようにし、アングルを工夫するよう助言する。 ・話し合いの中で活用できるよう、教師も実験の様子や結果をデジタルカメラとビデオカメラで撮影しておく。			
	4 ○分かったことをまとめる。 ・ノートに整理する。 ・分かったことを発表し合う。	・分かったことを整理しやすくするために、写真(デジタルカメラで撮影したものをプリントアウト)を配布する。 ・必要に応じて、デジタルカメラの映像を液晶プロジェクタで提示しながら説明できるように準備しておく。			
三	・流れる水には、土地をけずるはたらきがある。 ・流れる水には、石や土を運ぶはたらきがある。 ・流れる水には、石や土を積もらせるはたらきがある。 ・カーブでは外側の流れが速く、内側はおそい。 ・流れる水は水の量が多かったり、流れが速かったりすると力が大きい。	・「本当の川(旭川)でもモデル実験のとおりになっているのか」と投げ掛け、証拠集めをするように促す。			
	1 2 旭川にも自分たちが発見した流れる水のはたらきがあるのだろうか。				
	○旭川の観察をする。	・第一次で分かったことを基に、観察の視点をはっきりさせる。 ・干潮の時間に見学を設定することで、たい積物に気付きやすくする。 ・交通事故、水の事故等が起きないよう安全に配慮する。			
	3 4 ○観察の結果を話し合う。 ○デジタルコンテンツの使い方を 知る。	・河口付近であるため護岸工事がされ、確かめたくても確かめられないことが多いことを確認する。 ・雨が降った後の見学場所の様子をビデオで見せることで、土や石を運んでいることに気付きやすくする。 ・上流や中流の様子を調べる方法について問い掛ける。 ・上流や中流の様子を知る手段として、デジタルコンテンツを紹介する。 ・デジタルコンテンツの使い方を説明する。			
四	5 ○デジタルコンテンツを使って、旭川の様子を調べる。 ○分かったことを話し合う。	・写真資料やビデオ資料の細かいところまで着目するように助言する。 ・液晶プロジェクタを使ってデジタルコンテンツを提示することができるようにしておく。			
	1 2 3 ○分かったことをパソコンを使ってまとめる。	・写真をはり付けて1枚のシートにまとめられるようにする。 ・写真や文字の位置の分かる基本シートを用意しておき、自由に使わせる。 ・自分たちが撮った写真、デジタルコンテンツの写真を自由に使えるようにしておく。			

べるというように、現象を意図的に起こして観察、実験を行うという構想を持つには、事実がまだ不足していると考えなければならない。

しかし、このように結論を導くには十分とは言えないモデル実験であっても、A児のグループは、山を作ったり、溝を掘ったりして水を流すうちに、水の流れを変えるための支流を作ったり、水の力を確かめるために木の枝を立てたり、木や土を積みもらせようと流れの中にダムのようなものを配置したりしようと工夫を始める。



写真1 流水の働きを観察、実験する児童

このモデル実験を通して、傾斜や曲がり方による水の流れる速さの違い、作った溝の形の変化、土や小石の動き、小石などが積もっている場所などの事実をとらえたA児のグループは、「水が流れるようにするにはどのような溝を作ればよいか」「直線とカーブでは働



写真2 小石や粘土の様子

きが違うのか」「カーブする手前の土はくずれないのか」など、流れる水の働きを明らかにするためにどのような事実や現象を得る必要があるのかを考えて構想を立てている(図3)。

このような児童に、次の段階としてモデル実験をもう一度行わせると(【調査2】)、流れる水の

速さが変わるように溝を作ったり、曲がる角度を変えた複数の溝を作って比べたり、水の流れの速さや量を想定して大きさの違う小石をあらかじめ配置して動きを確かめたりするなど、意図的な働き掛けが十分に行われるようになる。

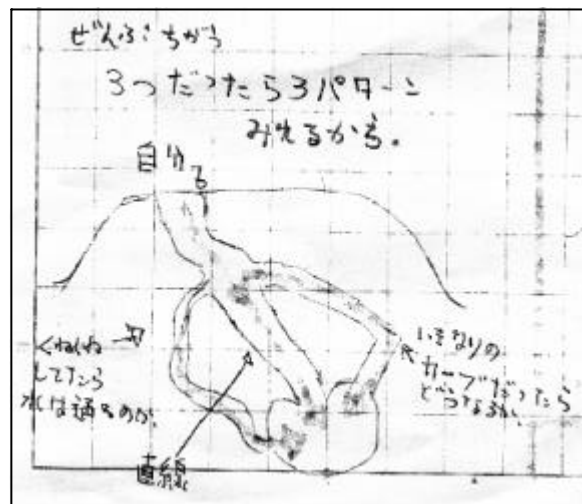


図3 【調査2】での児童の意識や考え

このモデル実験を通して得られた「上流から砂や石が転がりながら運ばれている」「カーブの外側が削られている」「水の流れが遅い所に砂や泥がたまっている」などの事実や、「カーブの下流に土がたまりやすい」「水の流れが速いところが削られている」などの事実は、問題を解決するための事実として必要であるとともに、この後に行う実際の川の観察を行うための構想を持つ上でも重要な事実である(表3)。

表3 モデル実験をした児童の記述

- 水は、カーブの内側より外側を通り、カーブが急な所はどうくつのようにけずられ、ゆるやかなところはすいとられるようにけずられた。
- 物(木や2, 3 cmの石)は、水の流れが速いと転がりながら流れ、おそいと流れないことが分かった。
- カーブの曲がった後に土がたまった。
- 小石、砂、どろは、水の流れがおそいところにつもる。

児童が解決への構想を持つには、構想を持つために必要な経験をしたり、事実をとらえたりすることができるような工夫が大切である。

(2) 解決のための方法を工夫する

解決の方法は、解決に生かせるような学習経験や、方法につながるような事実を、構想の段階で想起したり得たりすることができていれば、児童自身で考えたり工夫したりすることはそれほど困難なことではない。しかし、そのような状況にない場合は、観察、実験に対する方法を考える初期の段階で指導を行うことも多い。その場合は、児童の意識の実態や流れを十分に反映して行う必要がある。

第5学年の「おもりのはたらき」では、児童は、「振り子」と「衝突」の一方を選択して観察、実験を行う。「振り子」を使った実験では、糸につるしたおもりが1往復する時間は、おもりの重さや振れる角度によっては変わらないが、糸の長さによって変わることを観察、実験によって見いだししていく。この実験では、一般的に、1往復する時間を正確に求めるために、最初から次のような方法が取られることが多い。

- ① 10往復する時間を3回測定する。
- ② ①の合計を3で割る。
- ③ ②を10で割る。

3回の測定結果と10往復に要する時間を基に、1往復に要する時間を平均値として求めると、再現性、客観性のある科学的な観察、実験が行われたように見える。しかし、これは同一の振り子が1往復に要する時間は、いつも同じであること（振り子の等時性）が前提となっている。果たして、児童はそのような見方や考え方をしているのだろうか。

表4に示す単元展開において、「振り子」を選択した児童38人を対象に、児童の見方や考え方を質問紙で調査した。なお、観察、実験が進むにつれて、見方や考え方がどのように変容するかを探るために、活動の区切りで同じ内容（表4）の【調査3】～【調査5】を行った。

設問1は、振り子の振れる様子を見たり、実際に振らせたりした児童が、糸につるしたおもりが1往復するのに要する時間について、どのような見方や考え方をしているかを尋ねたものである。その調査結果を図4に示す。

表4 第5学年「おもりのはたらき」の単元展開
（「衝突」に関する部分は省略）

第1時	「ふりこ」「衝突」それぞれの事象にかわり、追究したいものを選ぶ。 振り子ー市販の専用スタンド、 釣り用のおもり、たこ糸 衝突ー市販の衝突実験器、 ガラス、プラスチック、金属の球 ・両方の事象を体験し、気付いたことや調べたいことを基に課題を設定し、課題を選択する。 【調査3】
第2・3時	自分が選んだ課題について、グループごとに追究する。 ・1往復の時間に関係すると思われる条件について話し合う。 ・それらの条件について、他の条件を統制しながら調べる。 ・分かったことを紹介し合う。 【調査4】
第4・5時	自分が選んだ課題について、グループごとに追究する。 ・前時までに分かったこと、不十分だったことを確認する。 ・各グループの計測データを黒板の表に記入して、みんなで検討する。 ・「ふりこ」の決まりをまとめる。 【調査5】
第6～8時	おもりの働きを利用したものづくりをする。

表5 見方や考え方の調査内容（一部）

設問1	ふりが1往復する時間を、ふれはじめ（往復め）と20往復めではかり、比べてみました。ふりが1往復する時間は、どうなると思いますか。 ア 20往復めの方が、ふれはじめよりかなり長くなっていると思う イ 20往復めの方が、ふれはじめより少し長くなっていると思う ウ 20往復めも、ふれはじめも変わらない。 エ 20往復めの方が、ふれはじめより少し短くなっていると思う オ 20往復めの方が、ふれはじめよりかなり短くなっていると思う
設問2	ふりがふれはじめから10往復するのにかかる時間を5回はかりました。10往復するのにかかる時間は、5回とも同じですか。 ア 同じだと思う イ どちらかといえば 同じだと思う ウ どちらかといえば 同じだとは思わない。 エ 同じだとは思わない。 オ わからない。

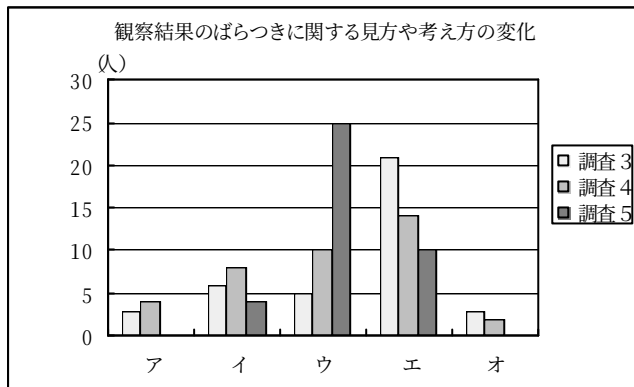


図4 設問1の調査結果

【調査3】は、振り子を使って自由に活動し、疑問や問題を整理し、課題を設定した時点での見方や考え方である。20往復目の方が振れ始めに比べ、1往復に要する時間が少し短くなっていると考える児童が多く、おもりが振れている間1往復に要する時間が同じだと考えている児童は少ない。

このような児童も、糸の長さやおもりの重さ、おもりの振れ幅などの条件を変えて、糸につしたおもりが1往復する時間を観察、実験によって調べる中で、20往復目と振れ始めで1往復に要する時間は同じであるという見方や考え方をするようになる。しかし、【調査4】の時点でも、20往復目の方が振れ始めに比べ、1往復に要する時間が少し短くなっていると考えた児童はかなりいる。

このことは、10往復する時間を測定し、その合計を10で割れば1往復の時間になるという考えに基づいた観察、実験が成り立たないことを示している。

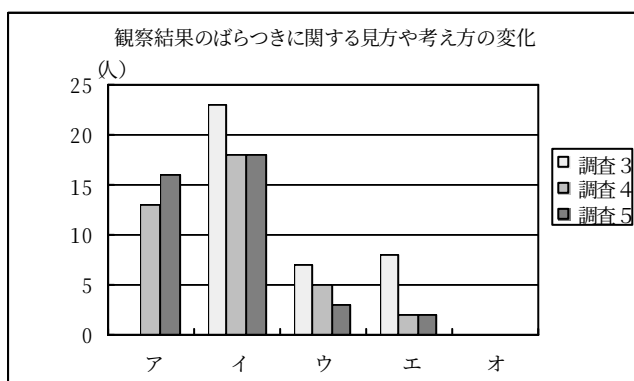


図5 設問2の調査結果

設問2の結果を、図5に示す。【調査3】の時点では、おもりが10往復する時間を同じように何

回か調べたとき、同じ結果が得られると考えている児童は一人もいない。逆に、同じではないと考える児童が少なからずいる。

このことは、10往復する時間を3回測定し、その平均によって10往復する時間を求めるという意味が児童にとっては困難な理屈であることを示している。【調査4、5】と観察、実験が進んでいけば、測定誤差を念頭に置いてどちらかといえば同じであると回答する児童が増えるのは理解できる。しかし、測定誤差という考えのない時点で、何回測定してもほぼ同じ結果が得られるという見方や考え方を持たない児童にとって、平均することが十分に理解されているか疑問である。

観察、実験に対する指導では、児童の意識の実態や流れを十分に反映して行う必要がある。児童の意識の実態や流れの把握が不十分のまま観察、実験を行うと、児童の思考と遊離してしまうこともある。

【調査3】の時点で、児童が感じている疑問や問題を記述させると、「糸の長さを長くするとどうなるか」「おもりの重さとどう関係するのか」「角度によって往復する時間は変わるのか」など、糸につしたおもりが1往復する時間にかかわる条件に着目した記述は多い。

このことからすると、それらの条件について話し合って整理すれば、観察、実験を通して追究が可能となりそうだが、「振り子の振れ幅はどうして左右同じなのか」「どうして振れ幅はだんだん小さくなっていくのか」「振り子はいつまで振れ続けるのか」など、現象に十分に触れていない段階ではこのような疑問も多く存在している。

振れ始め、5往復目、10往復目でおもりが1往復する時間を調べたり、同一の条件で振り子を何度も振って10往復する時間がだいたい同じであることを確かめたりする機会を与えることが重要である。

観察、実験を行う上で必要な指導でも、早く正確な結果を得ることを期待するあまり、形式的な方法や手順を求めるという状況に陥ってしまうことも多い。児童の思考に支えられた観察、実験でなければ、児童の観察、実験を行う力を育てることはできない。児童が解決への方法を工夫することができるようにするためには、児童の思考が組み立てやすいよう指導を行うことが重要である。

(3) 事象、道具や器具を操作して方法を実行する

事象、道具や器具を正しく操作することに対しては、当センターで配布している「小学校理科の観察、実験における安全の手引き」（平成10年3月）やそれぞれの道具や器具の取扱説明書を参考にすることができる。

小学校で行う観察、実験では、素材や材料、その使い方などを工夫することで、児童が観察、実験を行うことを支援することができる。

第6学年の「水溶液の性質」では、水溶液をリトマス試験紙の色の变化の仕方で仲間分けし、酸性、中性、アルカリ性に分類するという観察、実験を行う。リトマス試験紙の反応は、非常に敏感で、液性を判別するには適している。しかし、操作は単純な割に容易ではない。リトマス試験紙を使った観察、実験を経験させることは必要である。しかし、水溶液の性質を追究するという点で、児童はこの操作をどのようにとらえているのだろうか。

表7に示す単元展開において、ろ紙をリトマス液で染めた大型のリトマス試験紙、市販のリトマス試験紙、ムラサキキャベツの汁、万能pH試験紙を児童に使用させ、操作のしやすさについての児童のとらえ方を調査した。

本実践では、第一次で調べた6種類の水溶液をリトマス試験紙で仲間分けする場面で、ろ紙をリトマス液で染めて作った大きめのリトマス試験紙を用いている。赤色リトマス試験紙と青色リトマス試験紙を半分に切断したものをはり合わせ、1枚の試験紙として使用させた。この活動の後、同じ6種類の水溶液を使ってムラサキキャベツの汁と万能pH試験紙の色の变化による仲間分けを体験させたり、身近な水溶液の液性を市販のリトマス試験紙で調べさせたりした。

また、第三次では、塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混ぜたときの変化を調べる活動で、これらを選択して使用できるようにした。



写真3 大型リトマス試験紙

単元終了後、大型のリトマス試験紙、リトマス試験紙、ムラサキキャベツの汁、万能pH試験紙の4種類の指示薬を使用した児童に、どれが一番扱いやすかったか尋ねた結果が図6である。

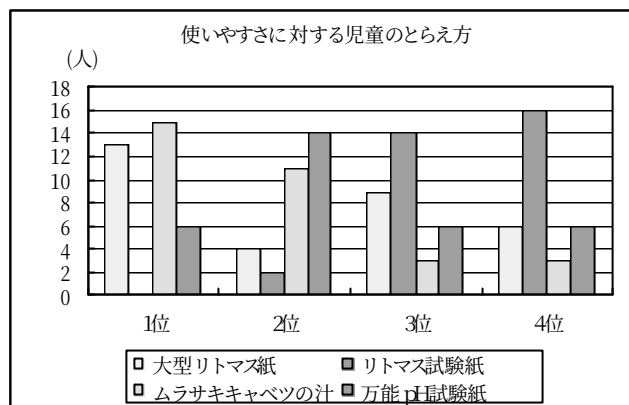


図6 児童から見た扱いやすさ

表6 扱いやすさに対する児童の感じ方

	長 所	短 所
大型リトマス紙	- 大きくて使いやすい。(10) - 微妙な色の变化がないので分かりやすい。(4) - ピンセットで押さえずとも液が付けられる 1枚で6種類の液が調べられる。	2度液を付けないといけない。(2) - 隣の液と混ざる。(2) - 大きすぎる。(2) - 作るのに手間が掛かる。(3)
リトマス試験紙	色の变化がはっきりしている。(3)	2種類に付けないといけない。(5) - 小さくて使いにくい。(9) - 微妙な变化が分からない。 - 液を付けるとき、ガラス棒に引っつく。 - ばらばらで面倒。(4)
ムラサキキャベツ	- 微妙な色の变化まで分かる。 - 酸性、アルカリ性の強さまで分かる。(2) - 色の变化がはっきりしていて分かりやすい。(8) - カラフルなので見ていて楽しい。(2) - 使い方が簡単。(3)	- 色が微妙で分かりにくい。 - 色が混ざっていて分かりにくい。
万能pH試験紙	- リトマス試験紙より色の变化が分かりやすい。(7) 1度の操作でできる。(8) - 微妙な色の变化が分かる。(2)	- 小さくて取り扱いにくい。(4) - 微妙な色の变化で分かりにくい。 - 色の变化が見にくい。

表 7 第 6 学年「水溶液の性質」の単元展開 全 13 時間

次	時	学 習 活 動	教 師 の 支 援 等	
一	1 2	○ 6 種類の水溶液に溶けているものを調べる方法を考える。 ＜予想される活動＞ ・ 観察する。 ・ におう。 ・ 蒸発させる。 ・ 冷やす。 ○自分たちが考えた方法で調べる。 ○分かったことをまとめる。	6 種類の水溶液(塩酸、炭酸水、食塩水、石灰水、アンモニア水、水、水酸化ナトリウム水溶液)を用意する。(1 mol/l) ・ 今での学習経験から、児童の力で考えさせるようにする。 ・ 水酸化ナトリウム水溶液を扱うため、スライドガラスを使って少量の水溶液を蒸発させるようにする。 ・ むやみに触らない、なめないなどの注意をすることや、におい方など指示し、安全に調べられるようにする。 ・ グループごとに、自由に調べさせる。 ・ 固体が溶けている水溶液(食塩水、石灰水、水酸化ナトリウム水溶液)に溶けているものを提示する。 ・ 何も出てこなかった水溶液については、泡やにおいなどから気体が溶けていることを推測させる。	
	3	○ 炭酸水に溶けている気体について調べる。 ○分かったことをまとめる。	・ 炭酸水に溶けている二酸化炭素を取り出す実験を提案する。 ・ 出てきた気体が二酸化炭素であることを確認させる。 ・ 二酸化炭素を水に溶かす活動を経験させることで、気体が水に溶けることを確認させる。	
水溶液には固体が溶けているものと気体が溶けているものがある。 固体が溶けているもの－食塩水、石灰水、水酸化ナトリウム水溶液 気体が溶けているもの－塩酸、炭酸水、アンモニア水				
二	1 2	○ 大型リトマス試験紙で 6 種類の水溶液を仲間分けする。 ○分かったことをまとめる。	・ リトマス試験紙(大型)を提示し、水溶液の仲間分けができることを知らせ、6 種類の水溶液を調べさせる。 ・ 大型リトマス試験紙の所定の位置にガラス棒で水溶液を付けるようにする。 ・ リトマス試験紙の変化の様子から仲間分けを考えさせる。 赤→赤 青→青 食塩水 赤→赤 青→赤 塩酸、炭酸水 赤→青 青→青 石灰水、アンモニア水、水酸化ナトリウム水溶液	
	水溶液は、酸性、アルカリ性、中性の三つのグループに仲間分けできる。			
	3 4	○ ムラサキキャベツの汁や万能 pH 試験紙を使って 6 種類の水溶液の液性を調べる。	・ ムラサキキャベツの汁に 6 種類の水溶液を入れ、色の変化を観察させる。 ・ 万能 pH 試験紙に水溶液を付けて、色の変化を調べさせる。	
	5	○ 各自が家から持ってきた水溶液の液性をリトマス試験紙で調べる。	・ 各自が家庭から持ち寄った水溶液をリトマス試験紙で調べさせる。	
三	1	○ 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液に金属を入れて変化を調べる。	・ 塩酸、水酸化ナトリウム水溶液(3 mol/l)にスチールウールとアルミニウムはくを入れ、変化を観察させる。	
	2 3	○ 溶けた金属がどうなったのかを調べる。	・ 溶けた金属がどうなったかを予想させる。 ・ 少量を蒸発させて調べさせる。換気に注意させる。	
	水溶液には金属を溶かすものがあり、金属を別のものに変えるはたらきがある。			
	4 5	○ もっと金属を溶かす水溶液を作って、金属を溶かす。	・ 塩酸と水酸化ナトリウムを混ぜるともっと溶かす力の強い液になるという意識から、活動を導く。 ・ 混ぜた液の液性をリトマス試験紙、ムラサキキャベツの汁、万能 pH 試験紙を使って調べられるように準備しておく。 ・ 各グループの結果を情報交換することで、液性が中性をはさんで、酸性からアルカリ性、アルカリ性から酸性にと連続的に変化していくことに気付くことができるようにする。	

児童が一番扱いやすいと回答したのはムラサキキャベツの汁で、次が大型のリトマス試験紙だった。通常のリトマス試験紙が一番扱いやすいと回答した児童はいない。

表6は、児童がそれぞれの指示薬について感じた長所と短所についてまとめたものである。

リトマス試験紙は小さい上に2種類あるため、児童はその操作を煩雑に感じている。ある程度の大きさがあれば、児童は十分に操作しやすいと感じることが分かる。また、万能pH試験紙は、反応の組み合わせではなく色の違いによって1度の操作で液性が分かるという意味では扱いやすいが、小さくて操作がしにくいという点では、リトマス試験紙と共通している。ムラサキキャベツは色の変化が複雑だと回答する児童が多いのではないかと予想したが、色の変化がはっきりしていて扱いやすいと感じたようだ。

実験、観察を行うときに扱う道具や機器の中には、小学校の児童が操作するには難しいものもある。これまで加熱器具と言えば、アルコールランプとガスバーナーだったが、電熱器や実験用ガスコンロなども使用されるようになってきている。

児童が疑問や問題を解決するために持った構想を実現しやすくするためには、事象、道具や器具を工夫することを検討する必要がある。



写真4 ムラサキキャベツの汁



写真5 万能pH試験紙

4 児童の観察、実験を行う力を育てる工夫

ここでは、観察、実験が一層主体的な問題解決の活動として行われるよう教材や活動のさせ方を工夫し、児童の観察、実験を行う力を育てる学習指導を試みた。第4学年「物の温まり方」と第3学年「光を当てよう」の実践を報告する。

(1) 第4学年「物の温まり方」

本単元の単元展開を表8に示す。

本単元では、児童が、金属、水及び空気の温まり方やその違いに問題を持ち、それらを明らかにするために観察、実験を行う。しかし、熱が伝わっていく様子や物が温まっていく様子は直接見ることができない。また、熱した金属や湯を観察するという危険を伴うため、児童が見通しを持ったり、安全に観察、実験したりできるよう工夫することが必要である。

① 熱を体感する活動の位置付け

導入部で、どの家庭にも見られるなべやかん、フライ返しなどの加熱調理器具を提示し、加熱部と持ち手との作りの違いを観察させ、その違いが熱の伝わり方に関係があるのではないかという見通しを持つことができるようにした。



写真6 身の回りの物の観察

また、熱が伝わるというイメージを持つことができるように、金属棒（アルミニウム）を手にとって、金属棒の端を加熱し、次第に温まっていく感覚を体験させる活動を位置付けた。



写真7 体感で確かめる児童

ここでとらえる事実は、熱の伝わり方を視覚的にとらえる方法で調べるときに、熱の伝わり方をイメージしながら予想したり調べ方を工夫したりするために必要であると考えた。

表8 第4学年 物の温まり方」の単元展開 全13時間)

単元目標	○金属や水、空気の温まり方に興味を持ち、進んで身の回りの事象にかかわって調べようとする。 ○生活経験を基に予想したり物質相互の温まり方を比較したりして考え、予想することができる。 ○自らの見通しに基づいて調べる順序や実験の方法を考えたり結果を記録したりすることができる。 ○金属と水や空気とは温まり方が違うことを、物の性質と関係付けて考えることができる。		
	学 習 活 動	教 師 の 支 援 等	評 価
第一次	金属はどのようにあたたまるとだろうか（４） ○銅製の金属棒を加熱してどのように温まるか調べる。 ○銅製以外の金属棒を加熱してどのように温まるか調べる。 ○銅製の金属板（方形）を加熱して金属板の温まり方を調べる。 ○銅製の金属板（凹形）を加熱して金属板の温まり方を調べる。 ○調理器具の温まり方を調べる。 ○金属の温まり方をまとめる。	◇感熱シールの性質を知らせ、温まる様子を感じ熱シールの色の変化でとらえられるようにする。 ◇各金属が身近にとらえられるようにジュースの缶などの工業製品を提示する。 ◇自分の予想を実証できる位置に感熱シールをはることで見通しを明確にさせる。 ◇感熱シールのはり方を話し合うことにより、考えを持ちやすくする。	・金属の温まり方に興味を持ち、進んで調べたり予想したりしようとする。 <自然事象への関心・意欲・態度> ・実験器具を適切に使って安全に留意しながら温まり方を調べたり結果を記録したりしている。 <観察・実験の技能・表現> ・金属の温まり方を理解している。 <自然事象についての知識・理解>
第二次	水や空気はどのようにあたたまるとだろうか（５） ○水の温まり方を予想する。 ○試験管に入れた水を加熱して温まり方を調べる。 ○水の温まり方を調べる方法を考える。 ○水の温まり方を調べる。 ○空気の温まり方を予想する。 ○空気の温まり方を調べる方法を考える。 ○空気の温まり方を調べる。 ○水や空気の温まり方をまとめる。	◇水の温まり方についての予想を持ちやすくするために、試験管に入れた水の下部、中部、上部をそれぞれ加熱する様子を提示する。 ◇自分の予想を実証できる位置にサーモテープをはることで見通しが明確になるようにする。 ◇感熱シールのはり方を話し合うことにより、互いの考えを表現しやすくする。 ◇文章だけでなく絵や図を用いて表現させることで、自分の考えをまとめる一助とする。 ◇繰り返し実験活動に取り組む中で試行錯誤をすることができるようにする。	・水や空気の温まり方を生活経験や金属の温まり方と比較しながら予想している。 <科学的な思考> ・調べる順序や実験方法を工夫しながら調べたり結果を記録したりしている。 <観察・実験の技能・表現> ・水や空気の温まり方を理解している。 <自然事象についての知識・理解>
第三次	きまりを使ってもものづくりをしよう（４） ○物の温まり方を利用した道具などについて知る。 ○見いだした決まりを使って作りたいものを作る。 ○互いの作品に触れ評価し合う。	◇熱気球や湯たんぽなど具体的な事例に決まりを当てはめて考えるようにする。 ◇利用しようとする決まりを明確にするために計画書を用意する。 ◇作品の良さに目を向けさせる。	・見いだした決まりを使ってもものづくりをしている。 <観察・実験の技能・表現> ・温まり方の違いを物の性質と関係付けて考えている。 <自然事象についての知識・理解>

② 感熱シートの使用

金属の温まり方を調べる場合、児童が使用した経験のある棒温度計で温度を測定することはできない。そのため、サーモテープのように温度によって色が変わり視覚的に温度変化をとらえることができるものを紹介する。本実践では、熱を加えると黒色のシートが白く半透明になる感熱シートを使用した。

一般的に用いられているサーモテープは約50℃で黄色から赤色に変色するが、この感熱シートは約30℃で変色するため、金属を高い温度になるまで加熱する必要がなく、火傷^{やけど}をする危険が少ない。また、加熱する時間や冷めるのに要する時間が短くて済むため、限られた時間の中でも繰り返し実験を行うことができる。そのため、児童が自分の考えで納得がいくまで調べることができるという利点がある。さらに、感熱シートを切ったものを自分の確かめたい位置にはらせることで、どのように温まっていくかという自分の考えをはっきりさせることができる。グループで実験を行う場合は、児童がそれぞれ予想を出し合い、感熱シートをどこにはるかを話し合うことで、互いの考えを検討し合うことができる。

③ 児童の活動の様子

金属棒を手にとって加熱を始めると、児童はこのときの感覚を、「だんだん温かくなってくる」「じわっと伝わってくる」などと表現した。加熱を始めてもすぐに温かくなならないという事実が、熱が伝わってくるというイメージを持たせたと考えられる。

金属棒の熱の伝わり方を体感した児童は、色が変わっていく順番や速さを予想して感熱シートを金属棒にはり、棒の端を加熱したときにどのように色が変わるかを確かめた。加熱している棒の端と反対の端にはればよいと考える児童、ある程度の距離を置いて等間隔ではろうと考える児童、シートを細かく切ってできるだけ全体にはる必要があると考える児童など、単元の導入で金属棒が温まっていく様子を体感しているため、どの感熱シートまで色が変わるか、どのくらいの速さで熱が伝わっていくかという予想の違いが、感熱シートのはり方の違いとして表れたと考えられる。しかし、熱が棒の表面を伝わっていくと考え、金属棒の裏や横にもはってみたいという児童もいた。熱

が伝わるというイメージを形成するには、様々な形状の物を確かめる必要があると感じた。

金属板の温まり方を調べる観察、実験では、児童は先に調べた金属棒の温まり方についての見方や考え方を基に、感熱シートのはり方を工夫している。「温めた位置から真っ直ぐ温まっていくが、速いところと遅いところがある」「どの方向にも同じように温まっていく」等の予想を持った児童は、感熱シートを加熱する位置から扇状にはったり、熱が伝わる道筋を想定してはったりした。

実験には、10cm 四方の金属板を用いた。この大きさであれば、熱しやすく冷めやすいため、繰り返し観察、実験を行うことが可能であった。

また、凹型の金属板の温まり方を調べる観察、実験では、「方形と同じように温めた位置から広がって熱が伝わっていく」と予想する児童と、「金属があるところをカーブを描きながら伝わっていく」と予想する児童に分かれた。金属板と同じ凹型の紙にどのように温まっていくか予想を書かせた上で、テープをはらせた(写真8)。

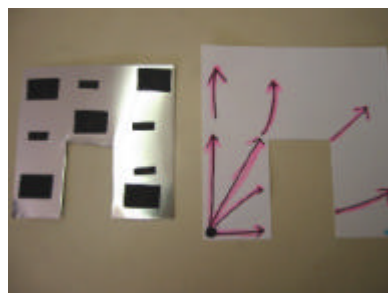


写真8 予想してはる

観察、実験を繰り返す中で、予想どおり、金属板が曲がっているところでは形に沿って色が変わっていることをとらえた児童は、直進して

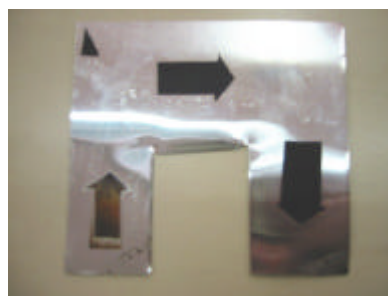
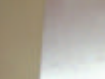


写真9 付け加えたシート

伝わる熱があるか調べようと、新たに感熱シートを増やしてはった(写真9)。

また、金属板全体の温まり方を調べた後、熱源から遠くて色の変化がよく分からなかったところに、感熱シートを集中的にはり直して調べたグループもあった(写真10)。

このように、30℃前後で色の変化が起きる感熱シートを用いたことで、あらかじめ持った予想を



しかし、低温で色が変化するこの感熱シートは、熱源の位置の変化によって影響を強く受ける。そのため、熱源の位置の変化を意識していない児童が混乱することもあった。多少時間は掛かっても、熱源を小さくして観察、実験を行う方が、考えを生かしたり確かめたりすることにつながる。

手帳

名のした場所から丸く法外ると
思ふ。

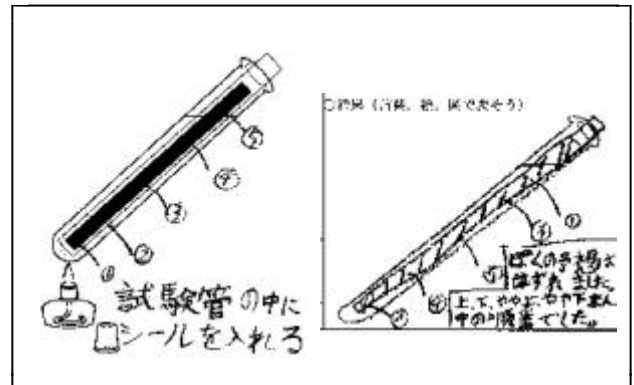
シム、ホム

の、話

図7 フライパンの温まり方の予想と結果

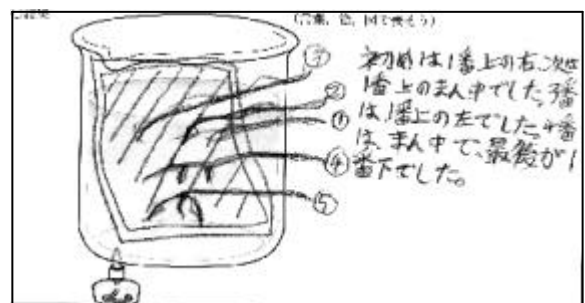
ある児童は「どうして持つところは温まらなか

水の温まり方を調べる観察、実験では、金属棒の温まり方を基に感熱シートの色の変わる順を予想して確かめた。下から順番に色が変わっていくと考えていたB児は、一番上のシートの色が変わったことに驚き、色の変わる順番を観察し記録した(図8)。試験管を加熱する位置を上や真ん中にして加熱したときの色の変わり方を調べた後、コーヒーのかすを入れて、水の動きを調べた。



B児は記録カードに、次のように記述している。

さらに、ビーカーの中の水の温まる様子を観察した記録が図9である。



- 16 -

結果から分かったこととして、次のように記述していた。

水は、金属とちがう温まり方をする。水は上から下へと熱が伝わる。

低い温度で色が変わる感熱シートは、サーモテープに比べて加熱する時間がかかり短くても、水の温まっていく様子を観察することができた。色が揺らぎながら変わっていく様子は、熱の伝わっていく様子として印象が残る。シートそのものが大きいので、ビーカーの大きさに切って入れることができる。そのため、ここでは連続した色の変化を観察することによって温まっていく様子を調べることができた。

④ 実践の考察

本実践では、児童が予想や構想を持ち、それらを基に方法を工夫して観察、実験を行うことができるように、単元導入での熱を体感する活動の位置付け、感熱シートの使用、また、身近な道具を使った検証などを工夫して、児童の観察、実験を支援した。

温まっていく様子や熱の伝わり方など、実際に見ることのできないことを、物の色の変化として予想し、シートを意図的にはることで確かめるという過程は、児童が自分の考えを確かに持ち、主体的に観察、実験を行うために効果的だったと考える。特に、低い温度で色が変わる感熱シートは、繰り返し観察できるため、時間は限られていても考えを検証する時間を確保することができた。児童の観察、実験を行う力を育成するためには、児童が予想や構想を持つ上で、必要な情報を十分に得ることができるようにする、構想を実現するための方法を必要に応じて提供するなどの工夫が必要であると考えられる。このような観察、実験の体験を積み重ねていくことが、観察、実験を行う力を育てることにつながるという手ごたえを得ることができた。

(2) 第3学年「光を当てよう」

第4学年「物の温まり方」で使用した感熱シートを、第3学年「光を当てよう」の単元においても活用できないかと考え、実践を行ってみた。

本単元は、鏡で光を反射させたり、虫眼鏡で日光を集めたりして、反射した日光を重ねたり、集めた日光を物に当てたりしたときの現象を比較して、物の明るさや暖かさに違いがあることを見いだしていき、光の性質についての見方や考え方を持つようにする。また、物に光が当たったときの様子を比較して追究する能力を育てるとともに、平面鏡や虫眼鏡を利用したものづくりや活動などを通して、光の性質について興味・関心を持って追究する態度を育てることがねらいである。

鏡で光を反射させることに対して、児童は楽しんで活動する。しかし、思うように反射させることができない第3学年の児童にとって、光を重ねることに興味を持ったり、光を重ねることによって起きる温度変化に疑問を持ったりすることは難しい。また、光を重ねたときの温度の変化を、的の前に手をかざすなどして体感できればよいが、的から離れて光を当てている児童にとっては困難である。どのくらい温度が上がったかを的に温度計をはり付けて確かめる方法もあるが、離れた位置からでは確認しにくい。行くとすれば、温度が上がるのが分かってから確認として行うことになる。

① 感熱シート等を的にした光当て遊びの工夫

そこで、本実践では、的当て遊びに興味・関心を持って行う中で、光を重ねたときの様子の変化に疑問を持ち、温度変化を視覚的にとらえることができるように、的の一部に感熱シートやサーモテープを組み合わせて用いることにした。

使用した感熱シートやサーモテープは、次の3種類である。

- ・約30℃以上で、黒色が半透明になるもの
- ・約30℃以上で、色が白くなるもの3種類
(30℃以下では、薄い青、緑、桃)
- ・約40℃以上で、^{だいだい}橙から赤になるもの
- ・約50℃以上で、黄から赤になるもの

上二つは、感熱シートで、一つ目は10cmの正方形、二つ目はA4サイズで市販されている。残

りの二つは、サーモテープで、こちらも変色する温度が違うものが数種類市販されている。これらは、はさみで切って使用することができるが、サーモテープには変色前の色が分かるように、変色しない部分が意図的に用意されているので、切るときには注意が必要である。黒色から半透明に変わるシートは、黒色であるため光を反射しにくく温度が上がりやすい。さらに、半透明になるという特徴を生かして下に描いた絵を浮き出させることができ、児童が遊びを発想しやすい。

② 単元展開

本単元の展開に当たっては、教師が用意した的に光を当てると色が変わることを見つけた児童が、光の重ね方によって、変わる色が違うことに疑問を持ち、試行錯誤をしながらその要因を導き出していくように構成した。また、色が変わったり変わらなかったりすることを、水に入れた感熱シートなどを温めて確かめるとともに、温度によって違いが起きるという現象を迷路ゲームに利用して遊ぶという活動を位置付けた。

かがみで日光をはね返してみよう ①

- ・教室内に反射した光を見て、自分でも反射させてみようと思う。
- ・いろいろな場所に光を反射させ、日光と鏡の位置とのかかわりに気付く。
- ・教師の用意した的に、日光を反射させてみる。
- ・光の進み方や光の当たっているところと当たっていないところの違いについての気付きを出し合い、学習課題を作る。

【学習課題】

かがみではね返した日光の進み方や、はね返した日光の当たった所の様子を調べよう。

光の的あてをして遊ぼう ①+課外

- ・迷路ゲームを使って遊ぶ。
- ・自分の光が分かるように、画用紙を切り抜いて反射した光の形状を変える。
- ・日光の進み方と鏡の位置、反射した光の進み方についての気付き、反射した光の形状と鏡の形状や色についての気付きを出し合う。

かがみで日光をかさねよう ①

- ・教師の作った的（サーモテープ等使用）を使って、的の色を変えて遊ぶ。
- ・いろいろな的の変化の仕方を出し合い、色の変化と集める光の量とかかわりについての気付きを出し合う。
- ・鏡ではね返した日光を重ねていくと、明るさや温かさが増すことに気付く。

テープやシートの色が変わる温度を調べよう ①

- ・湯に入れて、温度の変化と色の変化を調べる。
- ・温度と色の変わり方についての気付きを出し合う。

迷路ゲームを作って遊ぼう ①

- ・迷路ゲームの中に、テープやシートで関所を作る。
- ・互いの迷路で遊ぶ。

むしめがねを使って光を集めてみよう ①

- ・虫眼鏡を使うと、光を集めることができることを知る。
- ・紙をこがしたりテープの色を変えたりして気付いたことを出し合う。

③ 実践の考察

第3学年の児童は、発達特性から考えて、直感的な見通しを基に、試行錯誤しながら追究活動を行う場合が多い。感熱シート等を位置付けた活動を行わせた場合、遊びに終わってしまったたり、児童の観察、実験が複雑になったりするという心配もある。また、定量的な方法を活動に位置付けることで、学習する児童や指導する教師が負担を感じては、効果的な工夫とは言えない。

そこで、視覚的变化を位置付けた活動に効果があったかどうか、児童や教師の負担が増えなかったかどうか、光の量と温度を関係付けた見方や考え方ができたかどうかの3点から考察する。

ア 視覚的变化を位置付けた活動は効果があったか

何とかして的に光を当てようとしたり、光が当たった的の数を競い合ったりするなどの意欲的な活動が見られ、光が的に当たると色が変わ



写真11 光を当てる児童

ったり、下の絵が浮き上がったという仕掛けは、児童の興味・関心を高めるのに有効であると感じた。

また、光を重ねると変化が早まったり、重ねないと変化が起きなかったりすることから、日光を重ねたときの様子の違いにも着目しやすかった。



写真12 絵が浮き出す的

一方で、季節的に光量が足り

なかったため、テープの変化が起きにくいことがあり、影や反射角などの要素も関係して定量的な変化を意識しにくい場合もあった。また、色の変化が、光量によるものか熱量によるものかが、観察では分からなかったため、最終的には、熱による変化であることを告げ、どのくらいの温度で変化するかを調べる実験につなぐようにした。

イ 児童や教師にとっての負担はないか

この単元は、鏡で遊ぶ活動や反射した日光を体感する活動など、特に準備しなくても学習が成立するということから考えると、教師の準備や的の作りに掛かる時間など負担は増えると言える。増えた分だけ気付きに広がりや深まりが見られるかどうかは問われるところであるが、サーモテープにより、熱量の変化や反射した日光の量と熱量との関係に目を向け、その変化に視点を絞り込むことができるという効果は期待できる。

ウ 児童が光の量と温度の関係について、見方や考え方を持つことができたか

児童は、的当て遊びの活動の中で、既に反射し

た日光を当てた場所の温度変化についての気付きを得ている。サーモテープなどの的を使った遊びでは、色が変わる的和と変わりにくい和との存在から、集めた日光の量の違いに目を向けることができた。しかし、前述したとおり、その違いが光量によるものなのか熱量によるものなのかについては見通すことはできなかった。

ビーカーに入れた水を温めて、その中に入れたサーモテープなどの色の変化を調べる実験では、次のような記述が見られた。



写真13 色の変化を調べる

- ・温度が高くなることで、テープの色が変わってびっくりしました。
- ・色が違うと温度が違うと分かりました。
- ・だんだん色が変わってだんだん温度が高くなった。
- ・まわりから色が変わっていった。赤いテープが一番変わるのがおそかった。
- ・温度がだんだん温かくなって、シールの色がこい色やうすい色になっていった。

児童のこのような記述や活動の様子から、おおむね、水温の変化とサーモテープなどの色の変化との関係に気付くことができたものと考えられる。

④ まとめ

第3学年の児童は、自然の事物・現象やそれらにかかわることに対しての興味・関心は高い。また、活動の中で、様々な疑問を抱く。

しかし、単調な活動では、自然の事物・現象に注意を注ぎ続けることは難しい。また、解決への手掛かりが見付からないと、観察、実験を行う意欲も長続きしない。現象に変化があり、「どうして色が変わったのかな」「光を重ねたからかな」「もっと光を重ねたらどうなるのかな」というように短時間の間に検証が進んでいく。そのため、児童が持った見通しを短期間で行動に移すことができるように、この時期に取り上げる自然の事物・現象や活動を工夫する必要がある。

IV おわりに

本研究では、児童が予想や仮説、構想を持ち、方法を工夫し、事象、道具や器具を操作して方法を実行するという、観察、実験を具体的に進めるということに焦点を当てて研究を進めた。児童の観察、実験を行う力を育てるためには、児童の主體的な観察、実験となるようそれらを支援する必要がある。予想や仮説を立てるには、その根拠となる事実が必要であり、構想を持つには、その手掛かりとなる事実や方法がある程度持っている必要がある。児童を支援するためには、児童の活動の様子や考えをとらえ、必要に応じて解決の方法や手段について指導することも大切である。一連の問題解決の過程を価値のあるものとして体験することができるように、今後も、児童の観察、実験を行う力を育てる指導方法の在り方について研究を続けていきたいと考えている。

本研究を行うに際して、研究協力委員の方々に、多大な御苦勞をお掛けした。幾つもの実践を行い、ここに紹介することのできなかつた記録も含めて多くの資料を提供していただいたことによって、研究をまとめることができた。

末筆ながら、お一人お一人に厚く感謝の気持ちをお伝えして、本稿を終えることにする。

○参考文献

- ・文部省：小学校理科指導書，大日本図書株式会社，1960
 - ・文部省：小学校指導書理科編，東京書籍株式会社，1969
 - ・文部省：小学校指導書理科編，大日本図書株式会社，1978
 - ・文部省：小学校指導書理科編，教育出版株式会社，1989
 - ・文部省：小学校学習指導要領解説理科編，東洋館出版社，1999
 - ・国立教育政策研究所教育課程研究センター：平成13年度教育課程実施状況調査（小学校・中学校）調査紙集計結果（その5）－理科－，2003
-



FAX用紙（所員研究係行き）

岡山県教育センター研究紀要をお読みくださり、ありがとうございました。皆様の御意見を、今後の所員研究や学校支援の改善のための参考とさせていただきますので、次のアンケートに御協力ください。

岡山県教育センター研究紀要に関するアンケート

本書のタイトル：研究紀要第258号 児童の観察，実験を行う力を育てる
学習指導の在り方

- 1 あなたの所属はどちらですか。
県内：小学校，中学校，高校，盲・聾・養護学校，大学，教育機関，その他()
県外：小学校，中学校，高校，盲・聾・養護学校，大学，教育機関，その他()
- 2 本書を何で知りましたか。
(a) 岡山県教育センターからの送付 (b) 岡山県教育センターの所報
(c) 岡山県教育センターのWebページ (d) 岡山県教育センターの研修講座
(e) 岡山県教育センター所員研究成果発表会 (f) 他の先生等からの紹介
(g) その他()
- 3 本書の内容についての御意見・御感想をお聞かせください。
(1) よかった点，教育実践に役立つと思われる点について記述してください。

(2) 工夫，改善すべき点について記述してください。
- 4 理科の学習に関する研究に，今後どのような内容を取り上げてほしいですか。)



御協力ありがとうございました。
このページの写しをファクシミリで下記へお送りください。

FAX 086-272-1207 岡山県教育センター所員研究係

**平成15・16年度岡山県教育センター個人研究
小学校理科協力委員会**

協力委員

岩 井 真 金	岡山市立操南小学校教諭
田中喜一郎	岡山市立岡山中央南小学校教諭
清 野 光 輝	岡山市立御野小学校教諭

なお、岡山県教育センターでは、次の者が本研究に当たった。

山 崎 光 洋	教科教育部指導主事
---------	-----------

平成17年2月発行

研究紀要第258号

**児童の観察，実験を行う力を育てる
学習指導の在り方**

編集兼発行所 岡山県教育センター

〒703-8278 岡山市古京町二丁目2番14号

TEL (086)272-1205 FAX (086)272-1207

URL <http://www.edu-c.pref.okayama.jp/>

E-MAIL kyoikuse@pref.okayama.jp